

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-16142

(P2001-16142A)

(43) 公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 B	3/23	H 0 4 B 3/23	5 J 0 2 3
H 0 3 H	21/00	H 0 3 H 21/00	5 K 0 2 7
H 0 4 M	1/60	H 0 4 M 1/60	C 5 K 0 4 6

審査請求 有 請求項の数17 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平11-187643

(22) 出願日 平成11年7月1日 (1999.7.1)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 寺田 泰宏

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100082692

弁理士 藤合 正博

Fターム(参考) 5J023 DA02 DC03 DC07 DD05 DD07

5K027 BB03 DD10

5K046 AA01 BB01 HH11 HH16 HH19

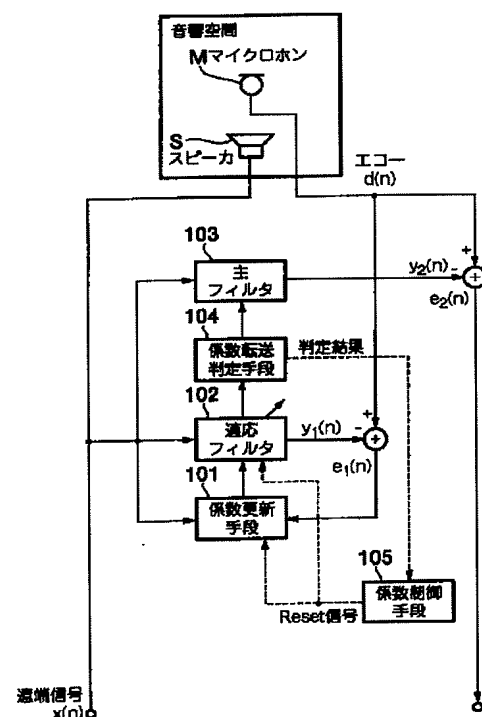
HH24 HH37 HH57 HH79

(54) 【発明の名称】 エコーキャンセラ方法、装置およびプログラム記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 エコー経路変動後に増加してしまう誤差信号を短い時間で抑圧する。

【解決手段】 係数転送判定手段104 が、適応フィルタ102 の係数を主フィルタ103 に転送するか否かを判断し、係数制御手段105 が、適応フィルタ102 の係数および係数更新手段101 の内部係数を初期化するか否かを判定し、判定結果が真の場合、係数更新手段101 および適応フィルタ102 のタップ長を本来の長さより短い長さに設定し、係数更新手段101 の内部係数および適応フィルタ102 の係数を初期化し、タップ長を短くした適応フィルタ102 の係数が主フィルタ103 に転送できた後、係数更新手段101 および適応フィルタ102 のタップ長を本来の長さに設定し、係数更新手段101 の内部係数および適応フィルタ102 の係数を初期化する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 遠端信号と誤差信号から適応フィルタの係数の更新を行う係数更新ステップと、遠端信号からエコーを消去するための第一の擬似エコーを算出する適応フィルタリングステップと、遠端側に戻ってしまうエコーを消去するための第二の擬似エコーを算出する適応フィルタリングステップの係数が転送されている主フィルタリングステップと、適応フィルタリングステップの係数を主フィルタリングステップの係数に転送するか否かを判断する係数転送判定ステップと、適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化するか否かを判定し、判定結果が真の場合、係数更新ステップおよび適応フィルタリングステップのタップ長を本来の長さより短い長さに設定し、係数更新ステップの内部係数および適応フィルタリングステップの係数を初期化し、タップ長を短くした適応フィルタリングステップの係数が主フィルタリングステップの係数に転送できた後、係数更新ステップおよび適応フィルタリングステップのタップ長を本来の長さに設定し、係数更新ステップの内部係数および適応フィルタリングステップの係数を初期化する係数制御ステップとを有することを特徴とするエコーキャンセラ方法。

【請求項 2】 遠端信号を一つ以上のサブバンド信号に分割する第一の帯域分割ステップと、エコーを一つ以上のサブバンド信号に分割する第二の帯域分割ステップと、サブバンド化されたエコーと各サブバンドの主フィルタの出力である擬似エコーの差であるサブバンド誤差信号をフルバンドの信号に合成する帯域合成ステップとを有し、各サブバンド毎にエコーをキャンセルすることを特徴とする請求項 1 記載のエコーキャンセラ方法。

【請求項 3】 ある一定期間内にタップ長を短くした適応フィルタリングステップの係数が主フィルタリングステップに転送されなかった時、適応フィルタリングステップおよび係数更新ステップのタップ長を本来の長さに戻すことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のエコーキャンセラ方法。

【請求項 4】 エコーのパワーと主フィルタリングステップの誤差信号のパワーの比であるERLE(Echo Return Loss Enhancement)の現在のサンプルの値と 1 サンプル前の値の差が閾値を超えた時に適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化することを特徴とする適応フィルタリングステップと主フィルタリングステップの 2 種類のフィルタリングステップにより構成されるエコーキャンセラ用の係数初期化判定方法。

【請求項 5】 エコーのパワーと主フィルタリングステップの誤差信号のパワーの比であるERLE(Echo Return Loss Enhancement)が複数サンプル連続して下がり続けた時に適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化することを特徴とする適応

フィルタリングステップと主フィルタリングステップの 2 種類のフィルタリングステップにより構成されるエコーキャンセラ用の係数初期化判定方法。

【請求項 6】 請求項 4 記載の係数初期化判定方法を用いて適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のエコーキャンセラ方法。

【請求項 7】 請求項 5 記載の係数初期化判定方法を用いて適応フィルタリングステップの係数および係数更新手順の内部係数を初期化することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のエコーキャンセラ方法。

【請求項 8】 前記係数更新ステップの内部係数更新アルゴリズムとして、最小二乗法 (LS) タイプのアルゴリズムを用いることを特徴とする請求項 1、2、3、6、7 のいずれかに記載のエコーキャンセラ方法。

【請求項 9】 遠端信号と誤差信号から適応フィルタの係数の更新を行う係数更新手段と、遠端信号からエコーを消去するための第一の擬似エコーを算出する適応フィルタと、遠端側に戻ってしまうエコーを消去するための第二の擬似エコーを算出する適応フィルタの係数が転送されている主フィルタと、適応フィルタの係数を主フィルタに転送するか否かを判断する係数転送判定手段と、適応フィルタの係数および係数更新手段の内部係数を初期化するか否かを判定し、判定結果が真の場合、係数更新手段および適応フィルタのタップ長を本来の長さより短い長さに設定し、係数更新手段の内部係数および適応フィルタの係数を初期化し、タップ長を短くした適応フィルタの係数が主フィルタに転送できた後、係数更新手段および適応フィルタのタップ長を本来の長さに設定し、係数更新手段の内部係数および適応フィルタの係数を初期化する係数制御手段とを有することを特徴とするエコーキャンセラ装置。

【請求項 10】 遠端信号を一つ以上のサブバンド信号に分割する第一の帯域分割手段と、エコーを一つ以上のサブバンド信号に分割する第二の帯域分割手段と、サブバンド化されたエコーと各サブバンドの主フィルタの出力である擬似エコーの差であるサブバンド誤差信号をフルバンドの信号に合成する帯域合成手段とを有し、各サブバンド毎にエコーをキャンセルすることを特徴とする請求項 9 記載のエコーキャンセラ装置。

【請求項 11】 ある一定期間内にタップ長を短くした適応フィルタの係数が主フィルタに転送されなかった時、適応フィルタおよび係数更新手段のタップ長を本来の長さに戻すことを特徴とする請求項 9 または 10 記載のエコーキャンセラ装置。

【請求項 12】 エコーのパワーと主フィルタの誤差信号のパワーの比であるERLE(Echo Return Loss Enhancement)の現在のサンプルの値と 1 サンプル前の値の差が閾値を超えた時に適応フィルタの係数および係数更新手段の内部係数を初期化することを特徴とする適応フィルタ

3

と主フィルタの２種類のフィルタにより構成されるエコーキャンセラ用の係数初期化判定装置。

【請求項 13】 エコーのパワーと主フィルタの誤差信号のパワーの比であるERLE(Echo Return Loss Enhancement)が複数サンプル連続して下がり続けた時に適応フィルタの係数および係数更新手段の内部係数を初期化することを特徴とする適応フィルタと主フィルタの２種類のフィルタにより構成されるエコーキャンセラ用の係数初期化判定装置。

【請求項 14】 請求項 12 記載の係数初期化判定装置を用いて適応フィルタの係数および係数更新手段の内部係数を初期化することを特徴とした請求項 9 から 11 のいずれかに記載のエコーキャンセラ装置。

【請求項 15】 請求項 13 の係数初期化判定装置を用いて適応フィルタの係数および係数更新手段の内部係数を初期化することを特徴とした請求項 9 から 11 のいずれかに記載のエコーキャンセラ装置。

【請求項 16】 前記係数更新手段の内部係数更新アルゴリズムとして、最小二乗法 (LS) タイプのアルゴリズムを用いることを特徴とする請求項 9、10、11、14、15 のいずれかに記載のエコーキャンセラ装置。

【請求項 17】 請求項 1 から 8 のいずれかに記載したエコーキャンセラ方法または係数初期化判定方法をソフトウェアで実現したプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エコーキャンセラ方法、装置およびプログラム記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 エコーキャンセラには、国際回線など２線－４線変換を行うハイブリッド回路で生じる回線エコーを除去する回線エコーキャンセラと、空間音響結合経路においてスピーカからマイクロホンへ漏れ込む音響エコーを除去する音響エコーキャンセラとがある。ここでは、後者の音響エコーキャンセラを例にして、従来技術を説明する。

【0003】 従来、ダブルトーク検出に優れたエコーキャンセラの構成として、K.Ochiai, T.Araseki and T.Ogihara, "Echo Canceled with Two Echo Path Models", IEEE Trans. on Communications, vol.COM-25, No6, pp. 589-595, June. 1977や中原、羽田、牧野、吉川、"音響エコーキャンセラにおけるダブルトーク制御方式の検討"、音講論集3-7-5, March. 1992記載のフォアグラウンド/バックグラウンド構成（以下、「FG/BG 構成」と称す）が知られている。FG/BG 構成のエコーキャンセラを図 11 に示す。FG/BG 構成は、遠端信号 $x(n)$ と誤差信号 $e_1(n)$ からエコー経路の同定を行い、エコー $d(n)$ を消去するための第一の擬似エコー $y_1(n)$ を算出する適応フィルタ（バックグラウンドフィルタ）1102と、適応フィルタ1102の係数を更新する係数更新手段1101と、遠端側に

4

戻ってしまうエコー $d(n)$ を消去するための第二の擬似エコー $y_2(n)$ を算出する適応フィルタ1102の係数が転送されている主フィルタ（フォアグラウンドフィルタ）1103と、適応フィルタ1102の係数を主フィルタ1103に転送するか否かを判断する係数転送判定手段1104とを有し、係数転送判定手段1104において、判定結果が真の場合のみ、適応フィルタ1102の係数を主フィルタ1103に転送して、スピーカ S からマイクロホン M へ漏れ込む音響エコーを除去する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来のエコーキャンセラにおいては、話者やマイクロホンの移動によりエコー経路が変動した場合、適応フィルタの係数が収束し、主フィルタに転送されるまでの間、遠端側に大きなエコーが返ってしまう。適応フィルタの係数更新アルゴリズムにFRLSアルゴリズムを用いた場合、FRLSアルゴリズムは、係数の収束にタップ長（エコー消去時間）の３倍の繰り返し回数を要するため、例えばサンプリング周波数が16[kHz]、タップ長が4000タップ（エコー消去時間：250[ms]に相当）の場合、係数が収束するまでに、750[ms]の時間を要してしまう。

【0005】 本発明は、上記従来技術の課題を解決するものであり、エコー経路変動後に増加してしまう誤差信号を短い時間で抑圧できるエコーキャンセラ方法、装置およびプログラム記録媒体を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明のエコーキャンセラ方法は、遠端信号と誤差信号から適応フィルタの係数の更新を行う係数更新ステップと、遠端信号からエコーを消去するための第一の擬似エコーを算出する適応フィルタリングステップと、遠端側に戻ってしまうエコーを消去するための第二の擬似エコーを算出する適応フィルタリングステップの係数が転送されている主フィルタリングステップと、適応フィルタリングステップの係数を主フィルタリングステップの係数に転送するか否かを判断する係数転送判定ステップと、適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化するか否かを判定し、判定結果が真の場合、係数更新ステップおよび適応フィルタリングステップのタップ長を本来の長さより短い長さに設定し、係数更新ステップの内部係数および適応フィルタリングステップの係数を初期化し、タップ長を短くした適応フィルタリングステップの係数が主フィルタリングステップの係数に転送してきた後、係数更新ステップおよび適応フィルタリングステップのタップ長を本来の長さに設定し、係数更新ステップの内部係数および適応フィルタリングステップの係数を初期化する係数制御ステップとを有するものであり、エコー経路の変動などにより、誤差信号が増加した時、短時間で誤差信号を抑圧できることとなる。

【0007】また、本発明のエコーキャンセラ方法は、遠端信号を一つ以上のサブバンド信号に分割する第一の帯域分割ステップと、エコーを一つ以上のサブバンド信号に分割する第二の帯域分割ステップと、サブバンド化されたエコーと各サブバンドの主フィルタの出力である擬似エコーの差であるサブバンド誤差信号をフルバンドの信号に合成する帯域合成ステップとを有し、各サブバンド毎にエコーをキャンセルすることを特徴とするものであり、エコー経路の変動などにより、誤差信号が増加した時、短時間で誤差信号を抑圧できることとなる。

【0008】また、本発明のエコーキャンセラ方法は、ある一定期間内にタップ長を短くした適応フィルタリングステップの係数が主フィルタリングステップに転送されなかった時、適応フィルタリングステップおよび係数更新ステップのタップ長を本来の長さに戻すことを特徴とするものであり、エコー経路の変動が無いに関わらず、ダブルトークなどで係数初期化判定手順にて誤った判定が行われた場合にも、判定誤りを訂正できることとなる。

【0009】また、本発明は、エコーのパワーと主フィルタリングステップの誤差信号のパワーの比であるERLE (Echo Return Loss Enhancement) の現在のサンプルの値と1サンプル前の値の差が閾値を超えた時に適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化することを特徴とする適応フィルタリングステップと主フィルタリングステップの2種類のフィルタリングステップにより構成されるエコーキャンセラ用の第1の係数初期化判定方法であり、少ない演算量で、適応フィルタの係数および係数更新手順の内部係数を初期化できることとなる。

【0010】また、本発明は、エコーのパワーと主フィルタリングステップの誤差信号のパワーの比であるERLE (Echo Return Loss Enhancement) が複数サンプル連続して下がり続けた時に適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化することを特徴とする適応フィルタリングステップと主フィルタリングステップの2種類のフィルタリングステップにより構成されるエコーキャンセラ用の第2の係数初期化判定方法であり、少ない演算量で、適応フィルタの係数および係数更新手順の内部係数を初期化できることとなる。

【0011】また、本発明のエコーキャンセラ方法は、上記第1の係数初期化判定方法を用いて適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化するものであり、少ない演算量で、適応フィルタの係数および係数更新手順の内部係数が初期化できることとなる。

【0012】また、本発明のエコーキャンセラ方法は、上記第2の係数初期化判定方法を用いて適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化することを特徴とするものであり、少ない演算

量で、適応フィルタの係数および係数更新手順の内部係数が初期化できることとなる。

【0013】また、本発明のエコーキャンセラ方法は、前記係数更新ステップの内部係数更新アルゴリズムとして、最小二乗法 (LS) タイプのアルゴリズムを用いることを特徴とするものであり、収束速度が速く、誤差信号を少なく抑えることができるエコーキャンセラが実現できることとなる。

【0014】また、本発明のエコーキャンセラ装置は、
10 遠端信号と誤差信号から適応フィルタの係数の更新を行う係数更新ステップと、遠端信号からエコーを消去するための第一の擬似エコーを算出する適応フィルタと、遠端側に戻ってしまうエコーを消去するための第二の擬似エコーを算出する適応フィルタの係数が転送されている主フィルタと、適応フィルタの係数を主フィルタに転送するか否かを判断する係数転送判定手段と、適応フィルタの係数および係数更新手段の内部係数を初期化するか否かを判定し、判定結果が真の場合、係数更新手段および適応フィルタのタップ長を本来の長さより短い長さに設定し、係数更新手段の内部係数および適応フィルタの係数を初期化し、タップ長を短くした適応フィルタの係数が主フィルタに転送できた後、係数更新手段および適応フィルタのタップ長を本来の長さに戻し、係数更新手段の内部係数および適応フィルタの係数を初期化する係数制御手段とを有することを特徴とするものであり、エコー経路の変動などにより、誤差信号が増加した時、短時間で誤差信号を抑圧できることとなる。

【0015】また、本発明のエコーキャンセラ装置は、
30 遠端信号を一つ以上のサブバンド信号に分割する第一の帯域分割手段と、エコーを一つ以上のサブバンド信号に分割する第二の帯域分割手段と、サブバンド化されたエコーと各サブバンドの主フィルタの出力である擬似エコーの差であるサブバンド誤差信号をフルバンドの信号に合成する帯域合成手段とを有し、各サブバンド毎にエコーをキャンセルすることを特徴とするものであり、エコー経路の変動などにより、誤差信号が増加した時、短時間で誤差信号を抑圧できることとなる。

【0016】また、本発明のエコーキャンセラ装置は、ある一定期間内にタップ長を短くした適応フィルタの係数が主フィルタに転送されなかった時、適応フィルタおよび係数更新手段のタップ長を本来の長さに戻すことを特徴とするものであり、エコー経路の変動が無いに関わらず、ダブルトークなどで係数初期化判定手順にて誤った判定が行われた場合にも、判定誤りを訂正できることとなる。

【0017】また、本発明は、エコーのパワーと主フィルタリングステップの誤差信号のパワーの比であるERLE (Echo Return Loss Enhancement) の現在のサンプルの値と1サンプル前の値の差が閾値を超えた時に適応フィルタの係数および係数更新手段の内部係数を初期化するこ

とを特徴とする適応フィルタと主フィルタの2種類のフィルタにより構成されるエコーキャンセラ用の第1の係数初期化判定装置であり、少ない演算量で、適応フィルタの係数および係数更新手順の内部係数を初期化できることとなる。

【0018】また、本発明は、エコーのパワーと主フィルタの誤差信号のパワーの比であるERLE(Echo Return Loss Enhancement)が複数サンプル連続して下がり続けた時に適応フィルタの係数および係数更新手段の内部係数を初期化することとを特徴とする適応フィルタと主フィルタの2種類のフィルタにより構成されるエコーキャンセラ用の第2の係数初期化判定装置であり、少ない演算量で、適応フィルタの係数および係数更新手順の内部係数を初期化できることとなる。

【0019】また、本発明のエコーキャンセラ装置は、上記第1の係数初期化判定装置を用いて適応フィルタリングステップの係数および係数更新ステップの内部係数を初期化することとを特徴とするものであり、少ない演算量で、適応フィルタの係数および係数更新手順の内部係数が初期化できることとなる。

【0020】また、本発明のエコーキャンセラ装置は、上記第2の係数初期化判定装置を用いて適応フィルタの係数および係数更新手段の内部係数を初期化することとを特徴とするものであり、少ない演算量で、適応フィルタの係数および係数更新手順の内部係数が初期化できることとなる。

【0021】また、本発明のエコーキャンセラ装置は、前記係数更新手段の内部係数更新アルゴリズムとして、最小二乗法(LS)タイプのアルゴリズムを用いることを特徴とするものであり、収束速度が速く、誤差信号を少なく抑えることができるエコーキャンセラが実現できることとなる。

【0022】また、本発明は、上記したエコーキャンセラ方法または係数初期化判定方法をソフトウェアで実現したプログラムを記録した記録媒体であり、パーソナルコンピュータなどの汎用機を用いて本発明を実現できることとなる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。なお、本実施の形態において、本来のタップ長をM、本来のタップ長より短いタップ長M'(<M)とする。

(実施の形態1) 図1は本発明の第1の実施の形態を示すものである。図1において、係数更新手段101は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、遠端信号x(n)と誤差信号e₁(n)から適応フィルタ102の係数の更新を行う。適応フィルタ102は、遠端信号x(n)からエコーd(n)を消去するための第一の擬似エコーy₁(n)を算出する。主フィルタ103は、遠端信号x(n)からエコーd(n)を消去するための第二の擬似エコーy₂(n)を

算出する。

【0024】係数転送判定手段104は、毎サンプル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタ102の係数が主フィルタ103へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタ102の係数を主フィルタ103に転送する。また、係数転送判定手段104は判定結果を係数制御手段105に送信する。判定は、例えば、適応フィルタ102の誤差e₁(n)と主フィルタ103の誤差e₂(n)の比(差)や、擬似エコーy₁(n)とエコーd(n)の相関値などを基準として行う。

【0025】係数制御手段105は、請求項4または請求項5記載の係数初期化判定方法、または請求項12または請求項13記載の係数初期化判定装置などを用いて、係数更新手段101の内部係数および適応フィルタ102の係数を初期化するか否かを判定する。判定結果が真の場合、係数更新手段101および適応フィルタ102のタップ長を本来の長さMから直接音および初期反射音程度が消去できるような短い長さM'に変更し、係数更新手段101の内部係数および適応フィルタ102の係数を初期化する。また、係数転送判定手段104から「真」という係数転送判定結果が送られてきた時、現在のタップ長が本来の長さMより短いタップ長M'である場合、すなわち、短いタップ長M'で適応した適応フィルタ102の係数が主フィルタ103に転送できた場合、係数更新手段101および適応フィルタ102のタップ長を本来の長さMに戻し、係数更新手段101の内部係数および適応フィルタ102の係数を初期化する。

【0026】以上は、ハードウェア構成を基に説明してきたが、これをソフトウェアで実現する場合の処理の流れを図2に示す。適応フィルタの係数更新ステップ201は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、遠端信号x(n)と誤差信号e₁(n)から適応フィルタリングステップ202の係数の更新を行う。適応フィルタリングステップ202は、遠端信号x(n)からエコーd(n)を消去するための第一の擬似エコーy₁(n)を算出する。主フィルタリングステップ203は、遠端信号x(n)からエコーd(n)を消去するための第二の擬似エコーy₂(n)を算出する。

【0027】第一の係数制御ステップ204は、請求項4または5記載の係数初期化判定方法をソフトウェアで実現した係数初期化判定プログラム記録媒体などを用いて、係数更新ステップ201の内部係数および適応フィルタリングステップ202の係数を初期化するか否かを判定する(ステップ204-1)。判定結果が真の場合、係数更新ステップ201および適応フィルタリングステップ202のタップ長を本来の長さMから直接音および初期反射音程度が消去できるような短い長さM'に変更し(ステップ204-2)、係数更新ステップ201の係数および適応フィルタリングステップ202の係数を初期化する(ステップ204-3)。

【0028】係数転送判定ステップ205は、毎サンプル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタリングステップ202の係数が主フィルタリングステップ203へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタリングステップ202の係数を主フィルタリングステップ203に転送する(ステップ206)。判定は、例えば、適応フィルタリングステップ202の誤差 $e_1(n)$ と主フィルタリングステップ203の誤差 $e_2(n)$ の比(差)や、擬似エコー $y_1(n)$ とエコー $d(n)$ の相関値などを基準として行う。

【0029】第二の係数制御ステップ207は、係数転送判定ステップ205の判定結果が真の場合、現在の係数更新ステップ201および適応フィルタリングステップ202のタップ長が本来の長さ M より短いタップ長 M' であるかを判定し(ステップ207-1)、判定結果が真の場合、すなわち、短いタップ長 M' で適応した適応フィルタの係数が主フィルタに転送できた場合、係数更新ステップ201および適応フィルタリングステップ202のタップ長を本来の長さ M に戻し(ステップ207-2)、係数更新ステップ201の内部係数および適応フィルタリングステップ202の係数を初期化する(ステップ207-3)。

【0030】(実施の形態2)図3は本発明の第2の実施の形態を示すものである。図3において、第一の帯域分割フィルタ310は、ポリフェーズフィルタ等の用いて遠端信号 $x(n)$ を k 個に帯域分割する。第一の間引き手段320 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、第一の帯域分割フィルタ310で帯域分割された信号を $1/L$ に間引き、サブバンド遠端信号 $x_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を算出する。第二の帯域分割フィルタ330は、ポリフェーズフィルタ等の用いてエコー $d(n)$ を k 個に帯域分割する。第二の間引き手段340 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、第二の帯域分割フィルタ330で帯域分割されたエコーを $1/L$ に間引き、サブバンドエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を算出する。

【0031】サブバンドエコーキャンセル手段350 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、遠端信号 $x(n)$ を第一の帯域分割フィルタ310で帯域分割し、第一の間引き手段320 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)で間引いた結果であるサブバンド遠端信号 $x_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)から、エコー $d(n)$ を第二の帯域分割フィルタ330で帯域分割し、第二の間引き手段340 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)で間引いた結果であるサブバンドエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を消去するためのサブバンド擬似エコー $y_{2i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を算出する。サブバンドエコーキャンセル手段350 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、係数更新手段351 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)、適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)、主フィルタ353 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)、係数転送判定手段354 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)、および係数制御手段355 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)より構成される。

【0032】係数更新手段351 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、サブバンド遠端信号 $x_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)とサブバン

ド誤差信号 $e_{1i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)から適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の係数の更新を行う。適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、サブバンド遠端信号 $x_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)からサブバンドエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を消去するための第一のサブバンド擬似エコー $y_{1i}(n)$ を算出する。主フィルタ353 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、サブバンド遠端信号 $x_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)からサブバンドエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を消去するための第二のサブバンド擬似エコー $y_{2i}(n)$ を算出する。

10 【0033】係数転送判定手段354 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、毎サンプル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の係数が主フィルタ353 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の係数を主フィルタ353 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)に転送する。また、係数転送判定手段354 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は判定結果を係数制御手段355 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)に送信する。判定は、例えば、適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の誤差 $e_{1i}(n)$ と主フィルタ353 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の誤差 $e_{2i}(n)$ の比(差)や、擬似エコー $y_{1i}(n)$ とエコー $d_i(n)$ の相関値などを基準として行う。

20 【0034】係数制御手段355 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、請求項4または請求項5記載の係数初期化判定方法、または請求項12または請求項13記載の係数初期化判定装置などを用いて、係数更新手段351 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の内部係数および適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の係数を初期化するか否かを判定する。判定結果が真の場合、係数更新手段351 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)および適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)のタップ長を本来の長さ M_i ($i=1, 2, \dots, k$)から直接音および初期反射音程度が消去できるような短い長さ M'_i ($i=1, 2, \dots, k$)に変更し、係数更新手段351 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の内部係数および適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の係数を初期化する。また、係数転送判定手段354 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)から「真」という係数転送判定結果が送られてきた時、現在のタップ長が本来の長さ M_i ($i=1, 2, \dots, k$)より短いタップ長 M'_i ($i=1, 2, \dots, k$)である場合、すなわち、短いタップ長 M'_i ($i=1, 2, \dots, k$)で適応した適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の係数が主フィルタ353 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)に転送できた場合、係数更新手段351 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)および適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)のタップ長を本来の長さ M_i ($i=1, 2, \dots, k$)に戻し、係数更新手段351 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の内部係数および適応フィルタ352 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の係数を初期化する。

40 【0035】補間手段360 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)は、サブバンドエコーキャンセル手段350 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)の出力であるサブバンド誤差信号 $e_{2i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を補間する。帯域合成フィルタ370で補間手段360 $_i$ ($i=1, 2, \dots, k$)で補間されたサブバンド誤差信号 $e_{2i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を重複加算法などの方法を用いて合成し、誤差信

号 $e(n)$ を算出する。

【0036】以上は、ハードウェア構成を基に説明してきたが、これをソフトウェアで実現する場合の処理の流れを図4に示す。遠端信号に対するステップ410は、遠端信号 $x(n)$ をポリフェーズフィルタ等を用いて k 個に帯域分割(ステップ411)し、 $1/L$ に間引いて(ステップ412)、サブバンド遠端信号 $x_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を生成する。マイク入力に対するステップ420は、エコー信号 $d(n)$ をポリフェーズフィルタ等を用いて k 個に帯域分割(ステップ421)し、 $1/L$ に間引いて(ステップ422)、サブバンドエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を生成する。サブバンドエコーキャンセルステップ430は、サブバンド毎に次に示すステップ431~437によってサブバンドエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)をキャンセルする。

【0037】適応フィルタの係数更新ステップ431は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、遠端信号 $x_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)と誤差信号 $e_{1i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)から適応フィルタリングステップ432の係数の更新を行う。適応フィルタリングステップ432は、遠端信号 $x_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)からエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を消去するための第一の擬似エコー $y_{1i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を算出する。主フィルタリングステップ433は、遠端信号 $x_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)からエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を消去するための第二の擬似エコー $y_{2i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を算出する。

【0038】第一の係数制御ステップ434は、請求項4または5記載の係数初期化判定方法をソフトウェアで実現した係数初期化判定プログラム記録媒体などを用いて、係数更新ステップ431の内部係数および適応フィルタリングステップ432の係数を初期化するか否かを判定する(ステップ434-1)。判定結果が真の場合、係数更新ステップ431および適応フィルタリングステップ432のタップ長を本来の長さ M から直接音および初期反射音程度が消去できるような短い長さ M' に変更し(ステップ434-2)、係数更新ステップ431の係数および適応フィルタリングステップ432の係数を初期化する(ステップ434-3)。

【0039】係数転送判定ステップ435は、毎サンプル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタリングステップ432の係数が主フィルタリングステップ433へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタリングステップ432の係数を主フィルタリングステップ433に転送する(ステップ436)。判定は、例えば、適応フィルタリングステップ432の誤差 $e_{1i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)と主フィルタリングステップ433の誤差 $e_{2i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)の比(差)や、擬似エコー $y_{1i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)とエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)の相関値などを基準として行う。

【0040】第二の係数制御ステップ437は、係数転送判定ステップ435の判定結果が真の場合、現在の係数更

新ステップ431および適応フィルタリングステップ432のタップ長が本来の長さ M より短いタップ長 M' であるかを判定し(ステップ437-1)、判定結果が真の場合、すなわち、短いタップ長 M' で適応した適応フィルタリングステップ432の係数が主フィルタリングステップ433に転送できた場合、係数更新ステップ431および適応フィルタリングステップ432のタップ長を本来の長さ M に戻し(ステップ437-2)、係数更新ステップ431の内部係数および適応フィルタリングステップ432の係数を初期化する(ステップ437-3)。

【0041】誤差信号に対するステップ440は、サブバンドエコー $d_i(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)から主フィルタリングステップ433によって算出された擬似エコー $y_{2i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を引くことによって生成される k 個の誤差信号 $e_{2i}(n)$ ($i=1, 2, \dots, k$)を補間し(ステップ441)、重複加算法などの方法を用いて合成し(ステップ442)、誤差信号 $e_2(n)$ を得る。

【0042】(実施の形態3)図5は本発明の第3の実施の形態を示すものである。図5において、係数更新手段501は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、遠端信号 $x(n)$ と誤差信号 $e_1(n)$ から適応フィルタ502の係数の更新を行う。適応フィルタ502は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第一の擬似エコー $y_1(n)$ を算出する。主フィルタ503は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第二の擬似エコー $y_2(n)$ を算出する。

【0043】係数転送判定手段504は、毎サンプル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタ502の係数が主フィルタ503へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタ502の係数を主フィルタ503に転送する。また、係数転送判定手段504は、判定結果を係数制御手段505に送信する。判定は、例えば、適応フィルタ502の誤差 $e_1(n)$ と主フィルタ503の誤差 $e_2(n)$ の比(差)や、擬似エコー $y_1(n)$ とエコー $d(n)$ の相関値などを基準として行う。

【0044】係数制御手段505は、請求項4または請求項5記載の係数初期化判定方法、または請求項12または請求項13記載の係数初期化判定装置などを用いて、係数更新手段501の内部係数および適応フィルタ502の係数を初期化するか否かを判定する。判定結果が真の場合、係数更新手段501および適応フィルタ502のタップ長を本来の長さ M から直接音および初期反射音程度が消去できるような短い長さ M' に変更し、係数更新手段501の係数および適応フィルタ502の係数を初期化すると同時に、カウンタ506にリセット信号を送る。

【0045】カウンタ506は、係数制御手段505からリセット信号が送られてきたら値をリセットし、遠端信号が1サンプル入力されるたびに、値を一つずつ増やし、その値を係数制御手段505に送信する。また、係数制御手段505は、係数転送判定手段504から「真」という係

10

20

30

40

50

数転送判定結果が送られてきた時、現在のタップ長が本来の長さ M より短いタップ長 M' である場合、すなわち、短いタップ長 M' で適応した適応フィルタ502の係数が主フィルタ503に転送できた場合、係数更新手段501および適応フィルタ502のタップ長を本来の長さ M に戻し、係数更新手段501の内部係数および適応フィルタ502の係数を初期化する。

【0046】しかし、カウンタ506から送られてきた値が、ある閾値を超えても係数判定手段504から「真」という係数転送結果が送られて来なかった場合、すなわち、短いタップ長 M' の適応フィルタ502の係数がある一定時間内に主フィルタ503に転送できなかった場合、係数制御手段505は、係数更新手段501および適応フィルタ502のタップ長を本来の長さ M に戻し、係数更新手段501の内部係数および適応フィルタ502の係数を初期化する。例えば、係数更新手段にFRLSアルゴリズムを採用した場合、上記閾値は、FRLSアルゴリズムが収束するとされている $3 \times M'$ などに設定する。

【0047】以上は、ハードウェア構成を基に説明してきたが、これをソフトウェアで実現する場合の処理の流れを図6に示す。カウンタ制御のステップ601は、現在の適応フィルタの係数更新ステップ602および適応フィルタリングステップ603のタップ長が本来のタップ長 M より短いタップ長 M' であるかを判定し（ステップ601-1）、短いタップ長であれば、カウンタの値を一つ増やす（ステップ601-2）。適応フィルタの係数更新ステップ602は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、遠端信号 $x(n)$ と誤差信号 $e_1(n)$ から適応フィルタリングステップ603の係数の更新を行う。適応フィルタリングステップ603は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第一の擬似エコー $y_1(n)$ を算出する。主フィルタリングステップ604は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第二の擬似エコー $y_2(n)$ を算出する。

【0048】第一の係数制御ステップ605は、請求項4または5記載の係数初期化判定方法をソフトウェアで実現した係数初期化判定プログラム記録媒体を用いて、係数更新ステップ602の内部係数および適応フィルタリングステップ603の係数を初期化するか否かを判定する（ステップ605-1）。判定結果が真の場合、係数更新ステップ602および適応フィルタリングステップ603のタップ長を本来の長さ M から直接音および初期反射音程度が消去できるような短い長さ M' に変更し（ステップ605-2）、係数更新ステップ602の係数および適応フィルタリングステップ603の係数を初期化する（ステップ605-3）。カウンタの値もリセットする（ステップ605-4）。係数転送判定ステップ606は、毎サンプル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタリングステップ603の係数が主フィルタリングステップ604へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタ

リングステップ603の係数を主フィルタリングステップ604に転送する（ステップ607）。判定は、例えば、適応フィルタリングステップ603の誤差 $e_1(n)$ と主フィルタリングステップ604の誤差 $e_2(n)$ の比（差）や、擬似エコー $y_1(n)$ とエコー $d(n)$ の相関値などを基準として行う。

【0049】第二の係数制御ステップ608は、係数転送判定ステップ606の判定結果が真の場合、現在の係数更新ステップ602および適応フィルタリングステップ603のタップ長が本来の長さ M より短いタップ長 M' であるかを判定し（ステップ608-1）、判定結果が真の場合、すなわち、短いタップ長 M' で適応した適応フィルタの係数が主フィルタに転送できた場合、係数更新ステップ602および適応フィルタリングステップ603のタップ長を本来の長さ M に戻し（ステップ608-2）、係数更新ステップ602の内部係数および適応フィルタリングステップ603の係数を初期化する（ステップ608-3）。

【0050】第三の係数制御ステップ609は、係数転送判定ステップ606の判定結果が偽の場合、現在の係数更新ステップ602および適応フィルタリングステップ603のタップ長が本来の長さ M より短いタップ長 M' であり（ステップ609-1）、かつカウンタの値が閾値 T_1 を超えているかを判定し、（ステップ609-2）、判定結果が真の場合、すなわち、短いタップ長 M' の適応フィルタの係数がある一定時間内に主フィルタに転送できなかった場合、係数更新ステップ602および適応フィルタリングステップ603のタップ長を本来の長さ M に戻し（ステップ609-3）、係数更新ステップ602の内部係数および適応フィルタリングステップ603の係数を初期化する（ステップ609-4）。カウンタの値もリセットする（ステップ609-4）。

【0051】（実施の形態4）図7は本発明の第4の実施の形態を示すものである。図7において、係数更新手段701は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、遠端信号 $x(n)$ と誤差信号 $e_1(n)$ から適応フィルタ702の係数の更新を行う。適応フィルタ702は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第一の擬似エコー $y_1(n)$ を算出する。主フィルタ703は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第二の擬似エコー $y_2(n)$ を算出する。

【0052】係数転送判定手段704は、毎サンプル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタ702の係数が主フィルタ703へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタ702の係数を主フィルタ703に転送する。判定は、例えば、適応フィルタ702の誤差 $e_1(n)$ と主フィルタ703の誤差 $e_2(n)$ の比（差）や、擬似エコー $y_1(n)$ とエコー $d(n)$ の相関値などを基準として行う。

【0053】係数初期化判定手段705は、エコー $d(n)$ と、エコー $d(n)$ と主フィルタ703の出力である第二の擬

似エコー $y_2(n)$ の差である第二の誤差信号 $e_2(n)$ を用いて係数更新手段701の内部係数および適応フィルタ702の係数を初期化するか否かを判断する。係数初期化判定手段705は、ERLE計算手段706、ERLE格納手段707、減算手段708、比較手段709より構成される。

【0054】ERLE計算手段706は、エコー $d(n)$ と第二の誤差信号 $e_2(n)$ それぞれの現サンプルと過去のサンプルを用いて式(1)に基づいてERLE(Echo Return Loss Enhancement)を計算する。また、計算結果をERLE格納手段707および減算手段708に送る。

【0055】

【数1】

$$ERLE(n) = 10 \log_{10} \frac{\sum_{i=0}^N d^2(n-i)}{\sum_{i=0}^N e_2^2(n-i)} \quad (1)$$

【0056】ERLE格納手段707は、1サンプル前に計算された $ERLE(n-1)$ が格納されており、ERLE計算手段706から現サンプルで計算された $ERLE(n)$ が送られてきたら、1サンプル前の $ERLE(n-1)$ を減算手段708に送る。減算手段708は、ERLE格納手段707から送られてきた1サンプル前の $ERLE(n-1)$ からERLE計算手段706から送られてきた現サンプルの $ERLE(n)$ を引き、結果を比較手段709に送る。比較手段709は、減算手段708から送られてきた減算結果を閾値 α (>0)と比較する。減算結果が閾値 α 以上の時($ERLE(n)$ が急激に低下)、係数更新手段701の内部係数および適応フィルタ702の係数を初期化する。

【0057】以上は、ハードウェア構成を基に説明してきたが、これをソフトウェアで実現する場合の処理の流れを図8に示す。適応フィルタの係数更新ステップ801は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、遠端信号 $x(n)$ と誤差信号 $e_1(n)$ から適応フィルタリングステップ802の係数の更新を行う。適応フィルタリングステップ802は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第一の擬似エコー $y_1(n)$ を算出する。主フィルタリングステップ803は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第二の擬似エコー $y_2(n)$ を算出する。

【0058】係数初期化判定ステップ804は、エコー $d(n)$ と第二の誤差信号 $e_2(n)$ ($=d(n)-y_2(n)$)を用いて前記式(1)に基づいて現サンプルのERLEを計算し(ステップ804-1)、1サンプル前の $ERLE(n-1)$ から現サンプルの $ERLE(n)$ を引いた値が閾値 α (>0)を超えたか否かを判定し(ステップ804-2)、判定結果が真の場合、係数更新ステップ801の内部状態および適応フィルタリングステップ802の係数を初期化する(ステップ804-3)。

【0059】係数転送判定ステップ805は、毎サン

ル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタリングステップ802の係数が主フィルタリングステップ803へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタリングステップ802の係数を主フィルタリングステップ803に転送する(ステップ806)。判定は、例えば、適応フィルタリングステップ802の誤差 $e_1(n)$ と主フィルタリングステップ803の誤差 $e_2(n)$ の比(差)や、擬似エコー $y_1(n)$ とエコー $d(n)$ の相関値などを基準として行う。

10 【0060】(実施の形態5)図9は本発明の第5の実施の形態を示すものである。図9において、係数更新手段901は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、遠端信号 $x(n)$ と誤差信号 $e_1(n)$ から適応フィルタ902の係数の更新を行う。適応フィルタ902は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第一の擬似エコー $y_1(n)$ を算出する。主フィルタ903は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第二の擬似エコー $y_2(n)$ を算出する。

20 【0061】係数転送判定手段904は、毎サンプル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタ902の係数が主フィルタ903へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタ902の係数を主フィルタ903に転送する。判定は、例えば、適応フィルタ902の誤差 $e_1(n)$ と主フィルタ903の誤差 $e_2(n)$ の比(差)や、擬似エコー $y_1(n)$ とエコー $d(n)$ の相関値などを基準として行う。

30 【0062】係数初期化判定手段905は、エコー $d(n)$ と、エコー $d(n)$ と主フィルタ903の出力である第二の擬似エコー $y_2(n)$ の差である第二の誤差信号 $e_2(n)$ を用いて係数更新手段901の内部係数および適応フィルタ902の係数を初期化するか否かを判断する。係数初期化判定手段905は、ERLE計算手段906、ERLE格納手段907 i ($i=1, 2, \dots, m$)、比較手段908 i ($i=1, \dots, m$)、比較結果格納手段909より構成される。

40 【0063】ERLE計算手段906は、エコー $d(n)$ と第二の誤差信号 $e_2(n)$ それぞれの現サンプルと過去のサンプルを用いて前記式(1)に基づいてERLE(Echo Return Loss Enhancement)を計算する。また、計算結果をERLE格納手段907および比較手段908に送る。ERLE格納手段907は、1サンプル前に計算された $ERLE(n-1)$ が格納されており、ERLE計算手段906から現サンプルで計算された $ERLE(n)$ が送られてきたら、1サンプル前の $ERLE(n-1)$ を比較手段908に送る。比較手段908は、ERLE格納手段907から送られてきた1サンプル前の $ERLE(n-1)$ とERLE計算手段906から送られてきた現サンプルの $ERLE(n)$ を比較し、比較結果($ERLE(n) < ERLE(n-1)$ の時、真)を比較結果格納手段909に送る。

50 【0064】比較結果格納手段909は、比較手段908から送られてきた比較結果が過去 m サンプル分格納されている。これら過去 m サンプルの比較結果が全て真の時、

すなわち、ERLEが式(2)を満足する時、比較結果格納手段909は、係数更新手段901の内部係数および適応フ

$$\text{ERLE}(n) < \text{ERLE}(n-1) < \text{ERLE}(n-2) < \dots < \text{ERLE}(n-m+1)$$

この式(2)は、ERLEが下がり続けていることを示す。

【0065】以上は、ハードウェア構成を基に説明してきたが、これをソフトウェアで実現する場合の処理の流れを図10に示す。適応フィルタの係数更新ステップ1001は、NLMSアルゴリズムやFRLSアルゴリズムなどの方法により、遠端信号 $x(n)$ と誤差信号 $e_1(n)$ から適応フィルタリングステップ1002の係数の更新を行う。適応フィルタリングステップ1002は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第一の擬似エコー $y_1(n)$ を算出する。主フィルタリングステップ1003は、遠端信号 $x(n)$ からエコー $d(n)$ を消去するための第二の擬似エコー $y_2(n)$ を算出する。

【0066】係数初期化判定ステップ1004は、エコー $d(n)$ と第二の誤差信号 $e_2(n)$ ($=d(n)-y_2(n)$)を用いて前記式(1)に基づいて現サンプルのERLEを計算し(ステップ1004-1)、現サンプルのERLE(n)が1サンプル前のERLE(n-1)より小さい(真)か否かを判定する(ステップ1004-2₁)。ステップ1004-2₁の判定結果が真ならば、1サンプル前のERLE(n-1)が2サンプル前のERLE(n-2)より小さい(真)か否かを判定する(ステップ1004-2₂)。この判定(ステップ1004-2_i)が m サンプル過去のERLE(n-m+1)まで真だった場合、係数更新ステップ1001の内部状態および適応フィルタリングステップ1002の係数を初期化する(ステップ1004-3)。

【0067】係数転送判定ステップ1005は、毎サンプル、または周期的に一回の割合で、適応フィルタリングステップ1002の係数が主フィルタリングステップ1003へ転送可能か否かを判定する。判定結果が真の場合、適応フィルタリングステップ1002の係数を主フィルタリングステップ1003に転送する(ステップ1006)。判定は、例えば、適応フィルタリングステップ1002の誤差 $e_1(n)$ と主フィルタリングステップ1003の誤差 $e_2(n)$ の比(差)や、擬似エコー $y_1(n)$ とエコー $d(n)$ の相関値などを基準として行う。

【0068】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、エコー経路変動検出後、適応フィルタのタップ長を短くし、適応フィルタの係数および係数更新手順の内部係数を初期化し、適応を開始し、適応フィルタの係数を主フィルタに転送した後、適応フィルタのタップ長を元に戻し、再度適応を開始することにより、エコー経路変動後の収束性能の向上が期待できる。例えば、本来のタップ長を $M=400$ タップ(エコー消去時間 $=250[\text{ms}]$ 。サンプリング周波数 $=16[\text{kHz}]$)、 $M'=800$ タップ(エコー消去時間 $=50[\text{ms}]$)とすると、エコー経路変動後、エコーの大半を占める直接音および初期反射音を消去するための収束時間は、 $1/5$ となる。

ィルタ902の係数を初期化する。

$$(2)$$

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1を実現するエコーキャンセラ装置のブロック図

【図2】本発明の実施の形態1を実現するエコーキャンセラ装置の処理の流れ図

【図3】本発明の実施の形態2を実現するエコーキャンセラ装置のブロック図

【図4】本発明の実施の形態2を実現するエコーキャンセラ装置の処理の流れ図

【図5】本発明の実施の形態3を実現するエコーキャンセラ装置のブロック図

【図6】本発明の実施の形態3を実現するエコーキャンセラ装置の処理の流れ図

【図7】本発明の実施の形態4を実現するエコーキャンセラ装置のブロック図

【図8】本発明の実施の形態4を実現するエコーキャンセラ装置の処理の流れ図

【図9】本発明の実施の形態5を実現するエコーキャンセラ装置のブロック図

【図10】本発明の実施の形態5を実現するエコーキャンセラ装置処理の流れ図

【図11】従来の音響エコーキャンセラのブロック図

【符号の説明】

101 …係数更新手段、102 …適応フィルタ、103 …主フィルタ、104 …係数転送判別手段、105 …係数制御手段
201 …適応フィルタの係数更新、202 …適応フィルタリング、203 …主フィルタリング、204 …第一の係数制御、205 …係数転送判定、206 …係数転送、207…第二の係数制御、204-1 …係数初期化判定、204-2 …タップ長を M' にするステップ、204-3 …係数更新用内部係数および適応フィルタの係数の初期化、207-1 …タップ長が M' かを判定するステップ、207-2 …タップ長を M にするステップ、207-3 …係数更新用内部係数および適応フィルタの係数の初期化

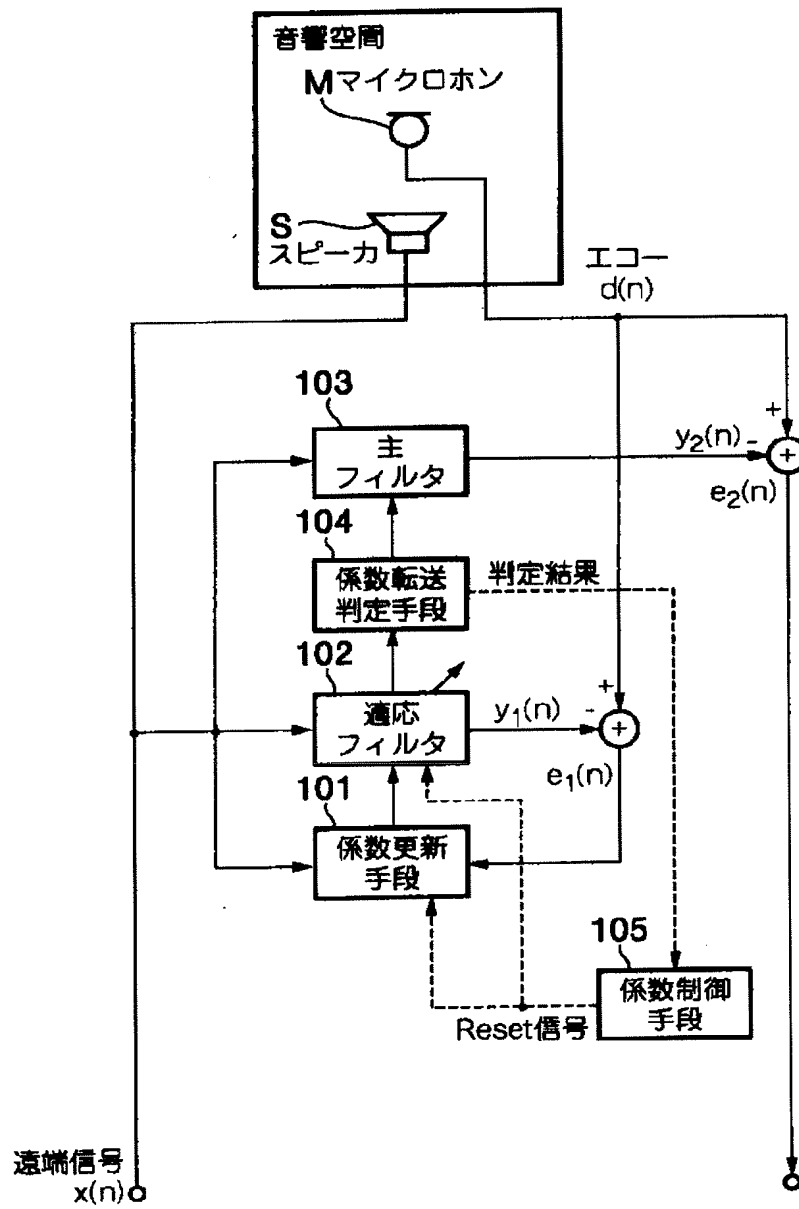
301 …帯域分割フィルタ、302 _i …間引き手段、303 …帯域分割フィルタ、304 _i …間引き手段、305 _i …サブバンドエコーキャンセル手段、351 _i …係数更新手段、352 _i …適応フィルタ、353 _i …主フィルタ、354 _i …係数転送判別手段、355 _i …係数制御手段、360 _i …補間手段、370 …帯域合成フィルタ

410 …遠端信号に対するステップ、420 …マイク入力に対するステップ、430…サブバンドエコーキャンセルステップ、440 …誤差信号に対するステップ、431 …適応フィルタの係数更新、432 …適応フィルタリング、433 …主フィルタリング、434 …第一の係数制御、435 …係数転送判定、436 …係数転送、437 …第二の係数制御、434-1 …係数初期化判定、434-2 …タップ長を M' にする

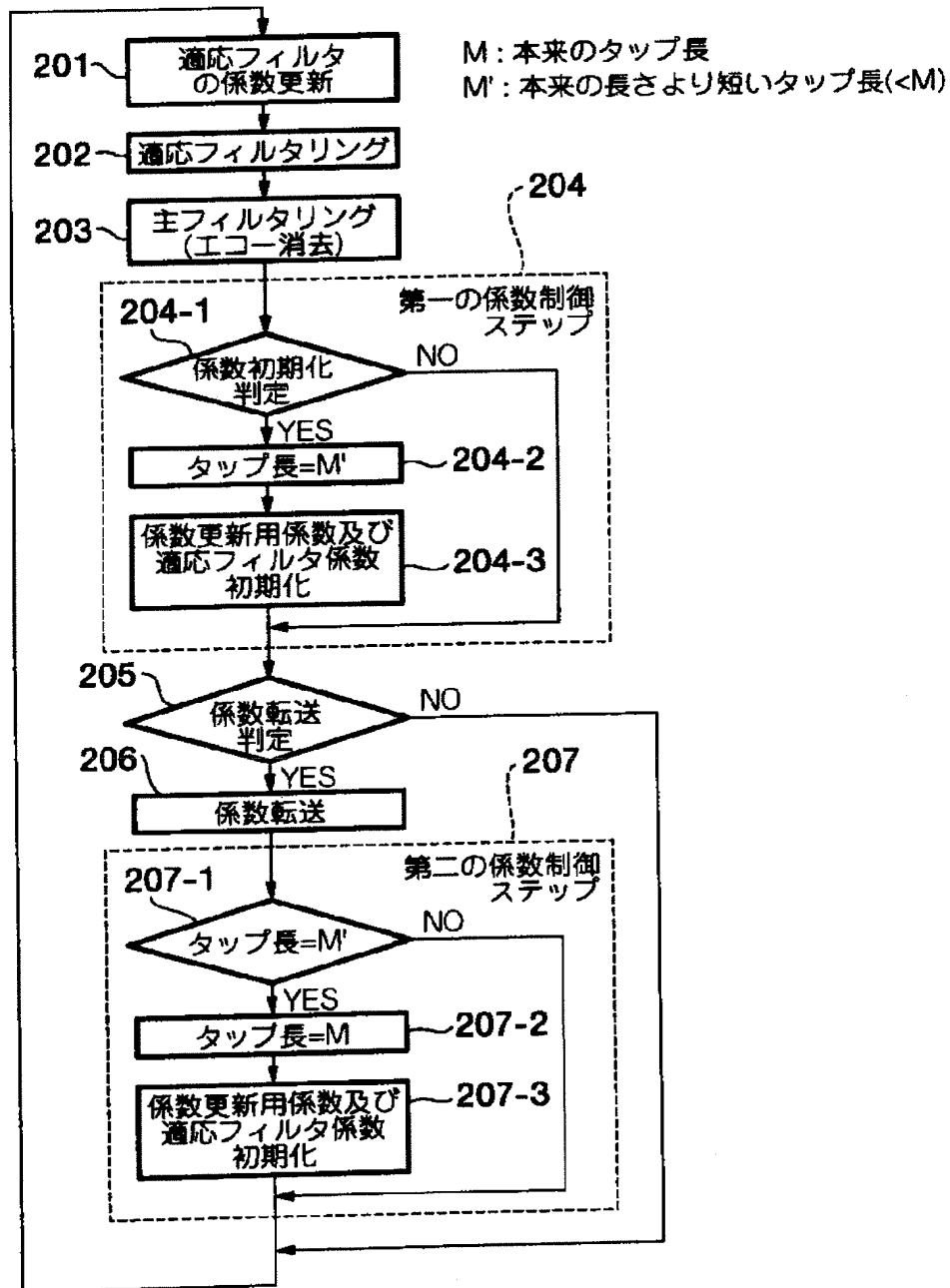
ステップ、434-3 …係数更新用内部係数および適応フィルタの係数の初期化
 437-1 …タップ長が M' かを判定するステップ、437-2 …タップ長を M にするステップ、437-3 …係数更新用内部係数および適応フィルタの係数の初期化
 501 …係数更新手段、502 …適応フィルタ、503 …主フィルタ、504 …係数転送判別手段、505 …係数制御手段、506 …カウンタ
 601 …カウンタ制御ステップ、602 …適応フィルタの係数更新、603 …適応フィルタリング、604 …主フィルタリング、605 …第一の係数制御、606 …係数転送判定、607 …係数転送、608 …第二の係数制御、609 …第三の係数制御、601-1 …タップ長が M' かを判定するステップ、601-2 …カウンタの値をインクリメントするステップ、605-1 …係数初期化判定、605-2 …タップ長を M' にするステップ、605-3 …係数更新用内部係数および適応フィルタの係数の初期化、605-4 …カウンタの値をリセットするステップ608-1 …タップ長が M' かを判定するステップ、608-2 …タップ長を M にするステップ、608-3 …係数更新用内部係数および適応フィルタの係数の初期化
 609-1 …タップ長が M' かを判定するステップ、609-2 …カウンタの値が閾値 T_1 を超えたかを判定するステップ、609-3 …タップ長を M にするステップ、609-4 …係数更新用内部係数および適応フィルタの係数の初期化、609-

5 …カウンタの値をリセットするステップ
 701 …係数更新手段、702 …適応フィルタ、703 …主フィルタ、704 …係数転送判別手段、705 …係数初期化判定手段、706 …ERLE計算手段、707 …ERLE格納手段、708 …減算手段、709 …比較手段
 801 …適応フィルタの係数更新、802 …適応フィルタリング、803 …主フィルタリング、804 …係数初期化判定、805 …係数転送判定、806 …係数転送、804-1 …ERLE計算、804-2 …現サンプルのERLEと1サンプル前のERLEの差が閾値 $\alpha (>0)$ 以上かを判定するステップ、804-3 …係数更新用内部係数および適応フィルタの係数の初期化
 901 …係数更新手段、902 …適応フィルタ、903 …主フィルタ、904 …係数転送判別手段、905 …係数初期化判定手段、906 …ERLE計算手段、907 i …ERLE格納手段、908 i …比較手段、909 …比較結果格納手段
 1001…適応フィルタの係数更新、1002…適応フィルタリング、1003…主フィルタリング、1004…係数初期化判定、1005…係数転送判定、1006…係数転送、1004-1…ERLE計算、1004-2 i …あるサンプルのERLEとあるサンプルの1サンプル前のERLEを比較するステップ、1004-3…係数更新用内部係数および適応フィルタの係数の初期化
 1101…係数更新手段、1102…適応フィルタ、1103…主フィルタ、1104…係数転送判別手段

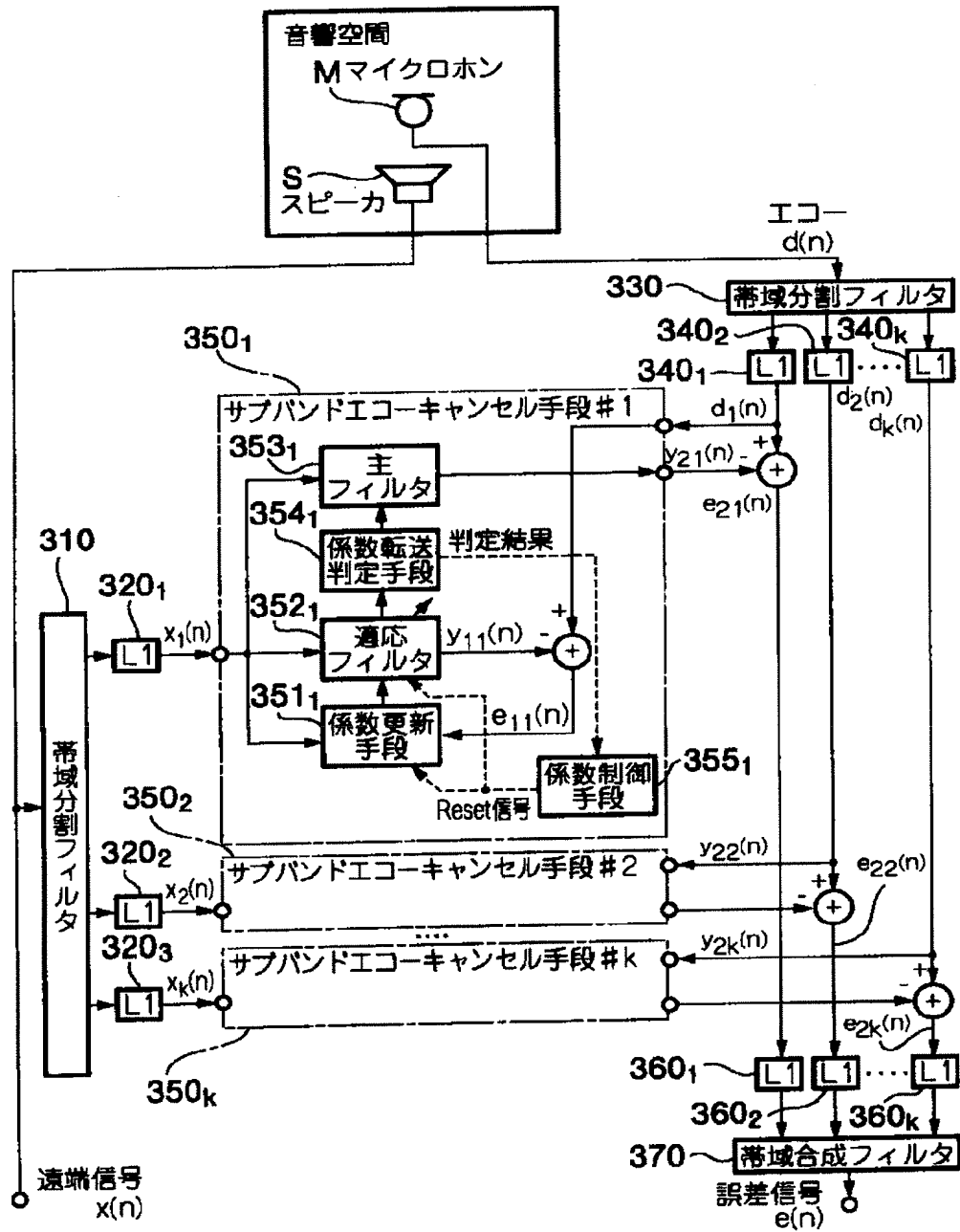
【図 1】



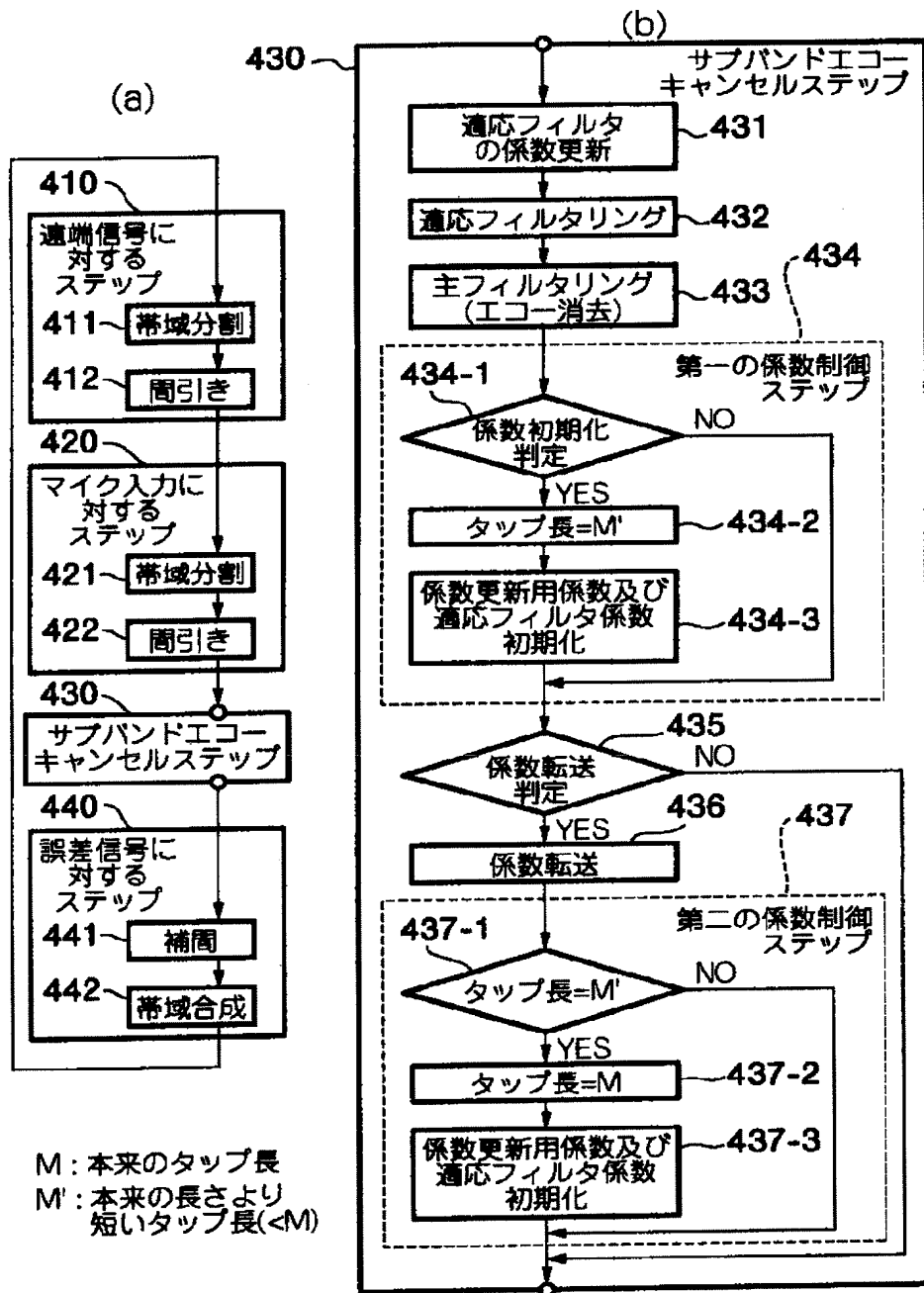
【図 2】



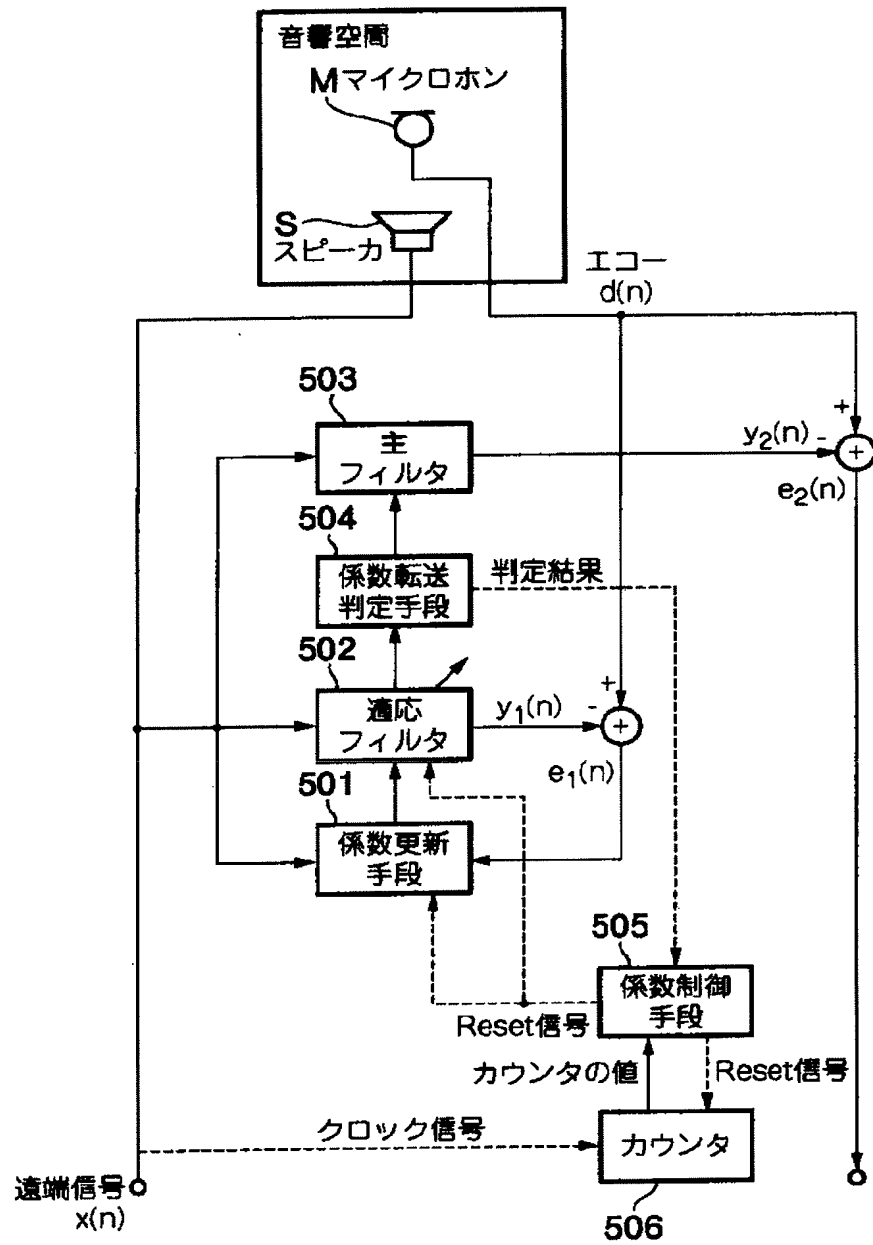
【図 3】



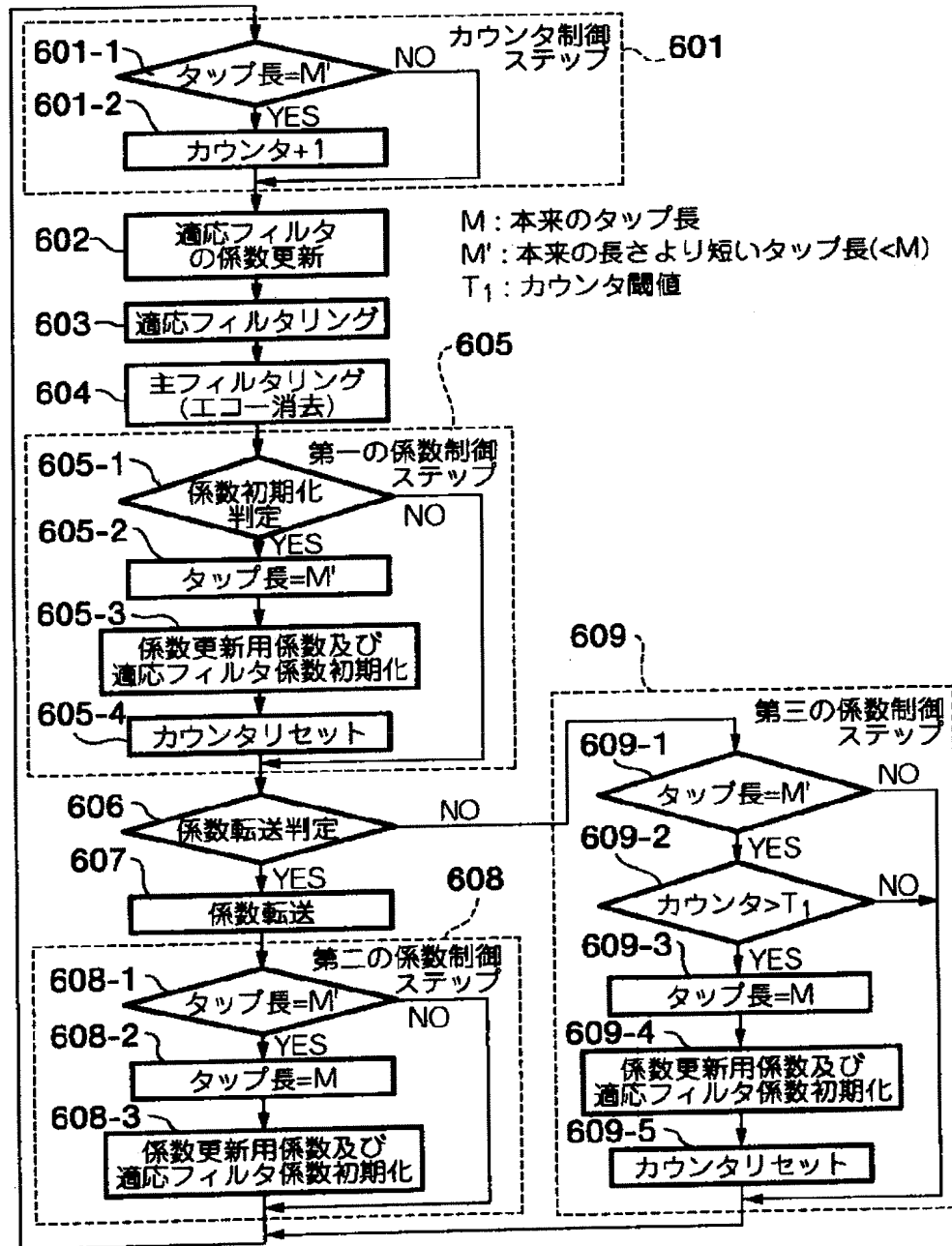
【図4】



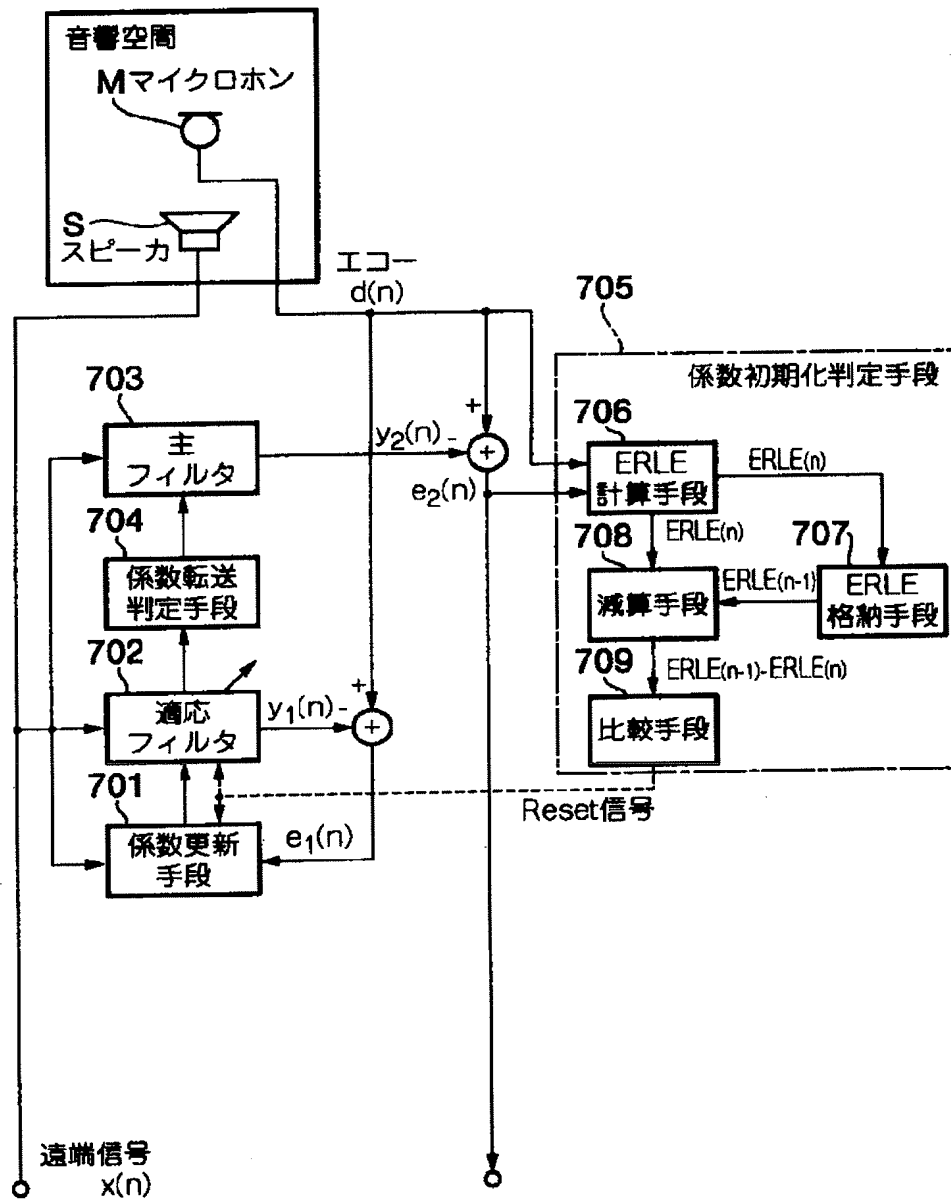
【図 5】



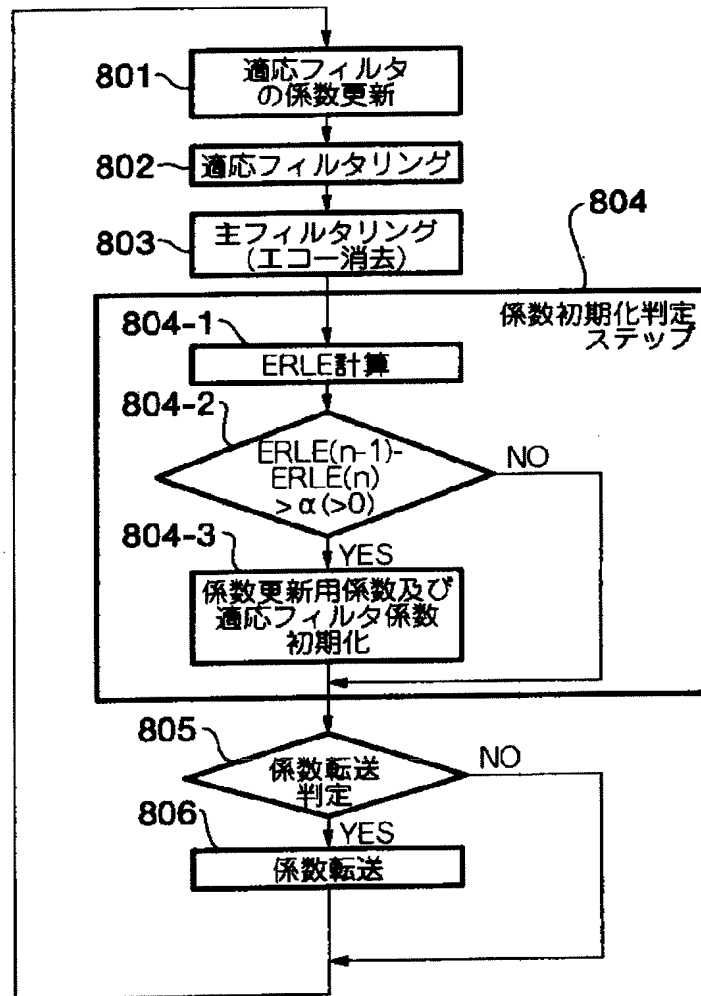
【図 6】



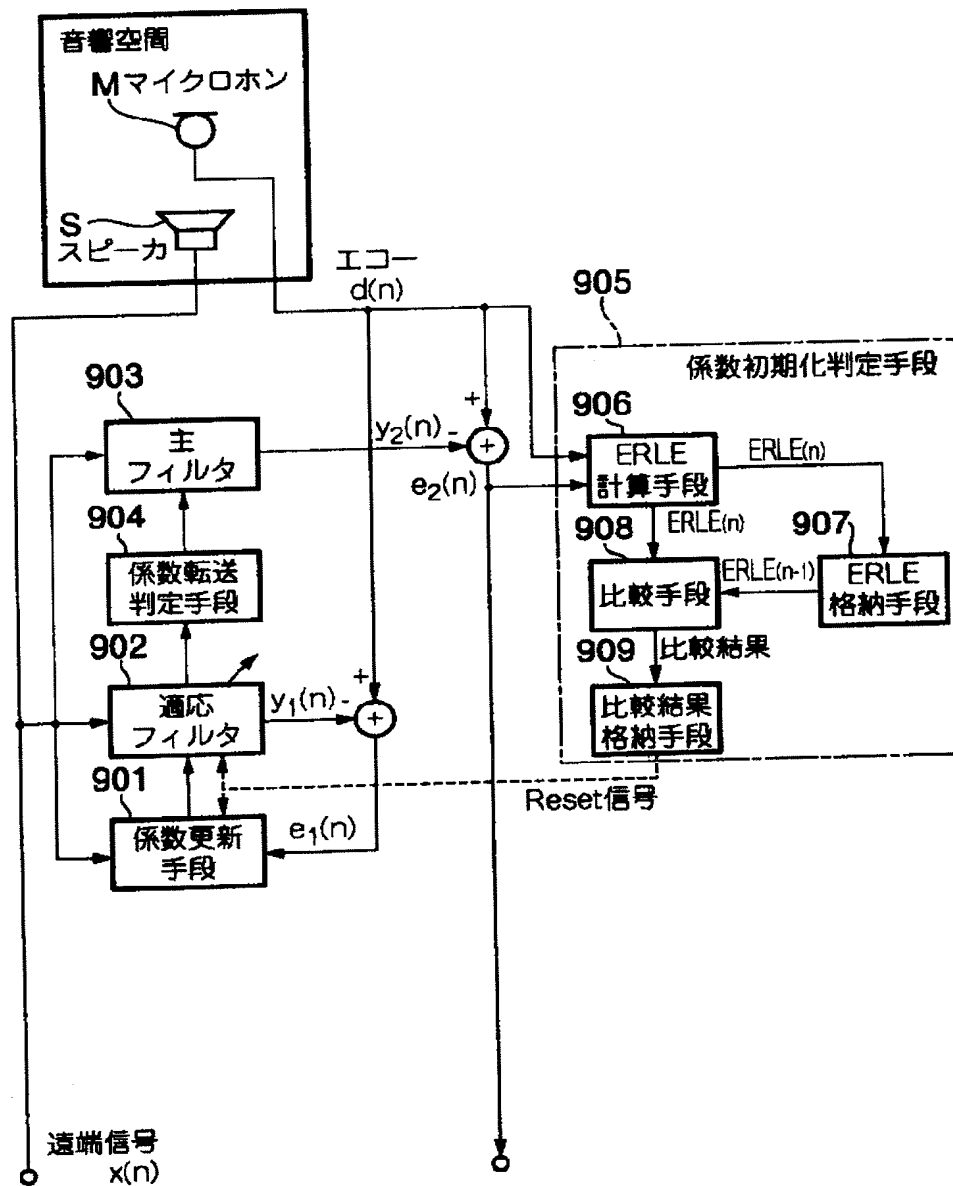
【図 7】



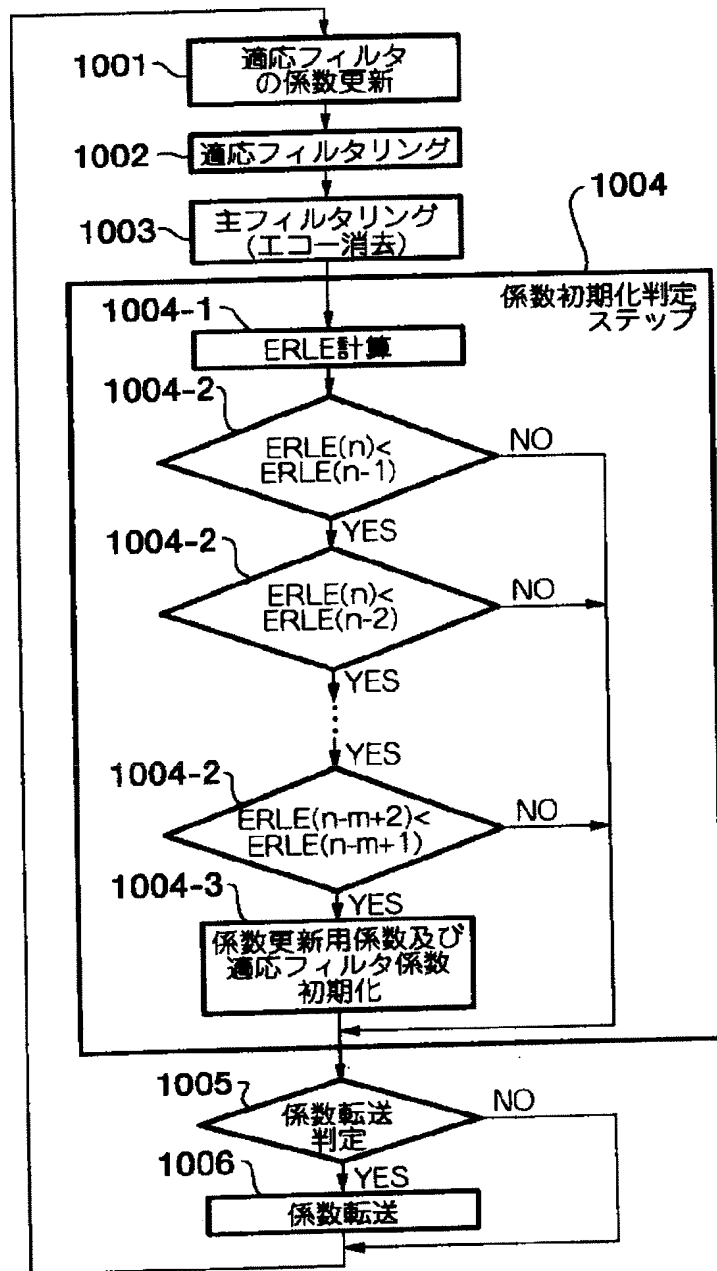
【図 8】



【図 9】



【図10】



【図 11】

